



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 196 16 969 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 02 B 6/42**

②1 Aktenzeichen: 196 16 969.0  
②2 Anmeldetag: 27. 4. 96  
④3 Offenlegungstag: 30. 10. 97

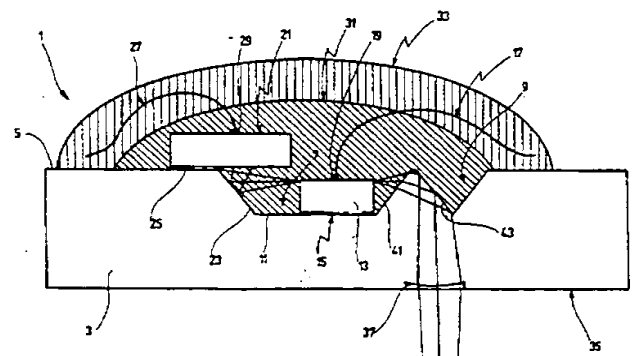
DE 196 16 969 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Mayer, Klaus-Michael, Dr., 70839 Gerlingen, DE;  
Rech, Wolf-Henning, Dr., 71229 Leonberg, DE

⑤4 Optische Baugruppe zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters und Verfahren zur Herstellung derselben

⑤7 Die Erfindung betrifft eine optische Baugruppe zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters, mit einem lichtdurchlässigen Träger (3) und einem Sende- oder Empfangselement (13), das auf einer ersten Seite (5) des Trägers (3) aufgebracht ist, wobei eine optisch transparente Schicht (31), die zumindest das Sende- oder Empfangselement (13) umgibt, vorgesehen ist. Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein Verfahren zur Herstellung der optischen Baugruppe.



DE 196 16 969 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine optische Baugruppe zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters mit einem lichtdurchlässigen Träger, und einem Sende- oder Empfangselement, das auf einer ersten Seite des Trägers aufgebracht ist. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen optischen Baugruppe.

Eine derartige Baugruppe ist beispielsweise aus der Druckschrift DE 43 01 456 C1 bekannt. Der darin angegebene plattenförmige Träger aus Silizium ist mittels mikromechanischer Fertigungsmethoden präzise strukturiert, so daß ein als Sendeelement dienender Laserchip, ein Lichtwellenleiter und eine Abbildungslinse mit engen Toleranzen positioniert werden können. Die abschließende Justierung des Lichtwellenleiters des Laserchips ist aufgrund der präzisen Strukturierung deutlich vereinfacht. Um den sehr empfindlichen Laserchip von äußeren Einflüssen zu schützen, ist er durch eine gehäusartige hermetisch dichte Anordnung umgeben, wobei der Träger ein Teil der Einhäusung ist.

Allgemein ist es auf jeden Fall erforderlich, derartige Halbleiterbauteile für ihren Einsatz in ein geeignetes Gehäuse zu montieren, an die der Lichtwellenleiter optisch anzukoppeln ist. Dabei spielt insbesondere der Schutz der Bauteile vor Umgebungseinflüssen und eine gute optische Kopplung eine entscheidende Rolle bei der Auslegung der Gehäuse. Die Kopplung geschieht dabei im allgemeinen durch eine Anordnung von ein bis zwei Linsen, wobei die Position der Lichtwellenleiter relativ zu den Linsen und dem Laserchip in einem Justiervorgang optimiert wird. Der Laserchip ist in einem gegen die Umwelt hermetisch abgeschlossenen Gehäuse untergebracht, wobei die Linsen und der Lichtwellenleiter entweder außerhalb angeordnet oder ebenfalls im Gehäuse angebracht sind. Im letzteren Fall wird der Lichtwellenleiter dann durch eine hermetische Durchführung aus dem Gehäuse ausgeleitet.

Aus dem Bereich der CD-Geräte sind Abtasteinheiten bekannt, bei denen lediglich der Laserchip zusammen mit einer Fotodiode zur Leistungsüberwachung in ein hermetisch dichtes Rundgehäuse montiert sind. Mittlerweile wird diese Baugruppe auch für die Informationsübertragung genutzt. Das verwendete sogenannte Koaxialgehäuse ist ein feinmechanisches Produkt aus Metall und Glas und weist — gemessen an den Toleranzforderungen für die optische Kopplung zwischen Laser und Lichtwellenleiter im Bereich von kleiner 1 µm — sehr erhebliche Fertigungstoleranzen auf, weshalb ein aufwendiger dreidimensionaler Justiervorgang zur Optimierung der Lichtwellenleiter-Ankopplung notwendig ist.

Ein Nachteil der angesprochenen Verwendung von hermetisch abdichtenden Gehäuse ist insbesondere darin zu sehen, daß Kosten verursacht werden, die bei sinkenden Halbleiterpreisen immer stärker ins Gewicht fallen.

Aus dem Aufsatz "Pig-tail Type Laser Modules Entirely Molded in Plastic" Electronics Letters, 28. September 1995, Vol. 31, No. 20, Seiten 1745 bis 1747, ist eine Anordnung bekannt, bei der eine Laserdiode durch eine Kunststoffvergußmasse gegen Umgebungseinflüsse geschützt ist. Nachteilig ist dabei, daß die Laserdiode ohne Abbildungsoptik durch Stoßkupplung an die Glasfaser

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß auf ein teures das Sende- oder Empfangselement hermetisch abdichtendes Gehäuse verzichtet werden kann, ohne den Schutz vor Umgebungseinflüssen, beispielsweise Feuchtigkeit, zu verlieren. Dadurch, daß eine lichtdurchlässige Schicht, beispielsweise eine optisch transparente Vergußmasse auf den Träger und das Sende- oder Empfangselement aufgebracht wird, ergibt sich eine Abdichtung des Sende- oder Empfangselements nach außen, einerseits durch den Träger selbst und andererseits durch die aufgetragene Schicht.

Vorzugsweise wird eine wannenförmige Vertiefung auf einer Seite des Trägers ausgebildet, in die das Sende- oder Empfangselement vorzugsweise mittels einer Lotverbindung aufgebracht wird, wodurch ein zusätzlicher Schutz erreicht wird.

Vorzugsweise wird auf die erste Schicht eine weitere Schicht aufgebracht, die als Feuchtigkeitssperre dient. Mit Hilfe dieses zweischichtigen Aufbaus läßt sich eine Optimierung der ersten Schicht hinsichtlich der optischen und der zweiten Schicht hinsichtlich der abschirmenden Wirkung besser bewerkstelligen.

Vorzugsweise wird auf der anderen Seite des Trägers eine Linse ausgebildet, die einen besseren Koppelwirkungsgrad beim Ankoppeln eines Lichtwellenleiters im Gegensatz zu einer Stoßkopplung erzielt.

Auch die erfindungsgemäße optische Baugruppe zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters mit den Merkmalen des Anspruchs 7 hat den Vorteil, daß ein das Sende- oder Empfangselement hermetisch abdichtendes Gehäuse nicht notwendig ist. Den Schutz des empfindlichen Sende- oder Empfangselements, vorzugsweise einer Laserdiode, vor äußeren Umgebungseinflüssen leistet nämlich eine optisch transparente Schicht, die das Sende- oder Empfangselement im wesentlichen umgibt und so nach außen hin abschirmt.

Vorzugsweise ist das Sende- oder Empfangselement in einer wannenförmigen Vertiefung angeordnet, wobei dessen Strahlengang zu einer schrägen Wand der Vertiefung gerichtet ist und über eine im Träger ausgebildete Reflexionsfläche zur unteren Seite des Trägers geleitet ist.

Vorzugsweise ist zur Erhöhung des Koppelwirkungsgrades an dieser unteren Seite im Strahlengang eine Linse vorgesehen.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist dem Sende- oder Empfangselement, vorzugsweise einer Laserdiode/eine Monitor-Fotodiode zugeordnet, die ebenfalls von der ersten Schicht umgeben ist und mit deren Hilfe eine Überwachung der Laserdiode möglich ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

## Zeichnungen

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt die einzige Figur eine schematische Schnittdarstellung einer optischen Baugruppe.

## Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

In der Figur ist eine optische Baugruppe 1 dargestellt,

die eine vorzugsweise aus Silizium bestehende Trägerplatte 3 umfaßt.

Auf einer oberen Seite 5 der Trägerplatte 3 ist eine wannenförmige Vertiefung 7 und eine dazu benachbarte V-förmige Nut 9 mittels naßchemischer Ätzverfahren eingebracht.

Auf einer Grundfläche 11 der Vertiefung 7 ist eine Halbleiter-Laserdiode 13 aufgesetzt, wobei zur Verbindung eine Lotschicht 15 Verwendung findet. Die Laserdiode 13 selbst wird über eine elektrische Leitung 17 aktiviert, die an einem Kontaktpunkt 19 angebracht ist.

Benachbart zu der Laserdiode 13 ist eine Monitor-Fotodiode 21 auf der Oberseite 5 des Trägers 3 angeordnet. Die Monitor-Fotodiode 21 ist dabei zu einer schrägen Seitenfläche 23 der Vertiefung 7 gerichtet, um auf diese Weise von dort reflektiertes Licht aufnehmen zu können. Die Befestigung der Monitor-Fotodiode 21 erfolgt jedoch an der planen Oberseite 5 des Trägers 3, wobei wiederum eine Lotschicht 25 Verwendung findet. Selbstverständlich ist statt dem Lot auch ein Leitkleber einsetzbar. Die von der Fotodiode 21 abgegebenen Signale werden über eine elektrische Leitung 27, die an einem Kontaktpunkt 29 mit der Fotodiode verbunden ist, zu einer nicht dargestellten nachgeordneten Steuer- und Auswerteeinheit übertragen.

Die Figur läßt darüber hinaus eine Schicht 31 erkennen, die sowohl die Fotodiode 21 als auch die Laserdiode 13 vollständig umgibt. Lediglich die Verbindungsflächen mit der Oberseite 5 der Trägerplatte 3 kommen nicht in Kontakt mit dieser Schicht 31. Auch die Nut 9 ist von der Schicht 31 ausgefüllt.

Die Schicht 31 besteht aus einem optisch transparenten Material, das eine definierte optische Brechzahl aufweist, die für die Berechnung des später beschriebenen Strahlengangs wichtig ist.

Auf der kuppelförmigen Oberfläche der Schicht 31 ist eine weitere als Feuchtigkeitssperre dienende Schicht 33 aufgebracht. Dieser zweischichtige Aufbau wird immer dann benutzt, wenn die optisch transparente Schicht nicht ausreichende feuchtigkeitssperrende Eigenschaften aufweist.

Mit Hilfe der beiden Schichten 31 und 33 läßt sich die gegen äußere Einflüsse sehr empfindliche Laserdiode 13 auf einfache Weise schützen.

Des weiteren ist der Figur zu entnehmen, daß auf einer unteren Seite 35 der Trägerplatte 3 eine optische Linse 37 ausgebildet ist, die die Einkopplung des Laserlichts in einen angeschlossenen Lichtwellenleiter verbessert.

Die Herstellung einer optischen Baugruppe 1 erfolgt in mehreren Schritten, wobei als Grundmaterial ein Silizium-Wafer dient. In der Oberfläche der aus Silizium bestehenden Trägerplatte 3 werden zunächst durch naßchemisches Ätzen Vertiefungen 7 und 9 ausgebildet, wobei die schrägen Wände 23 durch die Kristallrichtung definiert sind und deren Lage und Abmessung daher eine Präzision der Größenordnung 1 µm aufweisen.

Anschließend wird in die Vertiefung 7 die Laserdiode 13 eingebracht, wozu das Lot 15 beispielsweise mit einem NdYAG-Laser punktuell erhitzt wird.

Die Ausrichtung der Laserdiode innerhalb der Vertiefung 7 erfolgt vorzugsweise in Längsrichtung an der Kante des Übergangs einer schrägen Wand 41 in die Grundfläche 11 der Vertiefung 7. Zusätzlich können an der Oberseite 5 der Trägerplatte 3 Markierungen zur Justierung vorgesehen sein.

Vor dem Aufbringen der Laserdiode kann zur Verbesserung der elektrischen Kontaktierung mit der Trä-

gerplatte 3 zusätzlich eine Goldschicht auf Teilen der Oberseite 5 aufgebracht werden. Neben der Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit dient diese — in der Figur nicht dargestellte — Goldschicht beispielsweise an der schrägen Wand 23 als Spiegel.

Darüber hinaus werden die Grenzflächen der Trägerplatte 3, an denen Licht ein- oder austritt, mit einer Entspiegelungsschicht versehen, wofür eine Viertelwellenlängenschicht geeigneter Brechzahl, die ganz flächig auf beiden Seiten 5 und 35 abgeschieden wird, ausreicht.

Wenn sowohl Fotodiode 21 als auch Laserdiode 13 aufgebracht sind, wird zunächst die Schicht 31 aufgebracht und anschließend die außenliegende Feuchtigkeitsspererschicht 33.

Zur Ausbildung der Linse 37 wird eine Lacklinse, die durch Fotolithographie und Aufschmelzen des Lacks erzeugt wurde, ins Silizium übertragen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, durch Ätzen einer wannenförmigen Vertiefung und selbstjustiertes Einbringen einer Glaskugel eine Linse auszubilden. In beiden Fällen ist keine individuelle Justage notwendig, so daß der Justierungsvorgang nur einmal während der Herstellung der Trägerplatte erfolgt.

Letztendlich werden die einzelnen optischen Baugruppen 1, die auf einem Wafer ausgebildet wurden, durch Sägen oder Brechen vereinzelt. Aufgrund der Schichten 31 und 33 und der versenkten Anordnung der Laserdiode 13 bleibt diese dabei unbeschädigt. Zum Schutz vor Verunreinigungen läßt sich vor dem Vereinzeln die Unterseite 35 mittels einer Lackschicht schützen.

Darüber hinaus können bei der Herstellung auf der Unterseite 35 zusätzliche Justiermarken angebracht werden, die bei der abschließenden optischen Kopplung der vereinzeltten Baugruppen mit dem beispielsweise auf einer ähnlichen Trägerplatte angebrachten Lichtwellenleiter zur Vorausrichtung dienen, so daß der notwendige Justierungsvorgang vereinfacht und beschleunigt wird.

Im folgende soll nun kurz auf die Funktions der optischen Baugruppe eingegangen werden.

Die Laserdiode 13 emittiert Laserlicht in einem Wellenlängenbereich oberhalb 1100 nm in Richtung der schrägen Wand 41 der Vertiefung 7. Aufgrund der optischen Transparenz für diesen Wellenlängenbereich der Schicht 31 erreichen die Strahlen die Wand 41, wo sie zum Lot hin gebrochen werden. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß das Material der Schicht 31 eine entsprechende Brechzahl besitzt. Das Licht breitet sich dann innerhalb der ebenfalls für den angegebenen Wellenlängenbereich durchlässigen Trägerplatte 3 weiter aus und trifft auf eine schräge Wand 43 der V-förmigen Nut 9. Dort wird dann das Licht nach unten zur Unterseite 35 reflektiert. Nachdem es die Trägerplatte 3 durchquert hat, tritt es an der Unterseite 35 aus. Soll das Laserlicht anschließend in einen Lichtwellenleiter eingekoppelt oder als kollimierte Strahl verwendet werden, ist an der Austrittsstelle die Linse 37 angeordnet.

Zur Überwachung der Funktion der Laserdiode 13 und zur Regelung der Ausgangsleistung bei Temperaturänderungen und Alterung, strahlt die Laserdiode 13 Licht zu der schrägen Wand 23, an der es zu der Fotodiode 21 hin reflektiert wird.

Besondere Bedeutung bei dieser optischen Baugruppe kommt dem Material der Schicht 31 zu. Diese muß — wie bereits erwähnt — eine definierte Brechzahl aufweisen, die darüber hinaus konstant und reproduzierbar ist. Zusätzlich muß sie frei von beispielsweise durch Füll-

stoffe verursachte Streuzentren, sein und eine hohe Transparenz bei der Emissionswellenlänge der Laserdiode 13 aufweisen. Letztendlich ist es auch notwendig, daß das Material eine geringe Wärmeausdehnung besitzt.

In einer nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung ist die Vertiefung 7 in zwei Stufen ausgeführt. Dabei wird der Laserchip 13 so auf die Grundfläche 11 der höherliegenden Stufe montiert, daß der lichtemittierende Bereich direkt auf der Lotschicht aufliegt (Epi-down-Montage). Gleichzeitig liegt die Endfläche an der Kante des Übergangs von der höherliegenden zur niedriger liegenden Stufe, so daß das Licht zunächst ebenfalls in den mit der Schicht 31 gefüllten Raum emittiert wird, bevor es an der schrägen Seitenwand 41 in den Träger übergeht. In dieser Anordnung kann der Abstand zwischen der Laserdiode 13 und der Seitenwand 41 geringer eingestellt werden, was für Laserdioden mit großem Öffnungswinkel der Emission vorteilhaft sein kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer optischen zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters geeigneten Baugruppe mit zumindest einem Sende- oder Empfangselement, das auf einer ersten Seite eines lichtdurchlässigen Trägers aufgesetzt wird, wobei ein Strahlengang von dem Sende- oder Empfangselement zur gegenüberliegenden Seite des Trägers verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine optisch transparente Schicht aufgebracht wird, die zumindest das Sende- oder Empfangselement umschließt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine vorzugsweise wannenförmige Vertiefung auf der ersten Seite des Trägers ausgebildet wird, in die das Sende- oder Empfangselement eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf die optisch transparente Schicht (31) eine weitere Schicht (33) aufgebracht wird, die als Feuchtigkeitssperre dient.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Sende- oder Empfangselement mittels einer Lotschicht mit dem Träger verbunden wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der zweiten Seite (35) des Trägers (3) eine Lacklinse in den Träger übertragen wird, wobei die Lacklinse mittels eines Fotolithographie-Verfahrens und anschließend dem Aufschmelzen des Lacks erzeugt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefung mittels eines naßchemischen Ätzverfahrens hergestellt wird.
7. Optische Baugruppe zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters, mit einem lichtdurchlässigen Träger (3) und einem Sende- oder Empfangselement (13), das auf einer ersten Seite (5) des Trägers (3) aufgebracht ist, gekennzeichnet durch eine optisch transparente Schicht (31), die zumindest das Sende- oder Empfangselement (13) umgibt.
8. Optische Baugruppe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (3) auf der ersten Seite (5) zumindest eine vorzugsweise wannenförmige Vertiefung (7) aufweist, in die das Sende- oder

Empfangselement (13) eingebracht ist, wobei der Strahlengang des Sende- oder Empfangselements zu einer schrägen Seitenwand (41) der Vertiefung (7) gerichtet ist.

9. Optische Baugruppe nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß benachbart zu der schrägen Seitenwand (41) der Vertiefung (7) eine vorzugsweise V-förmige Nut (9) vorgesehen ist, deren eine Wandung (43) als Reflexionsfläche im Strahlengang liegt.

10. Optische Baugruppe nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer zweiten der ersten Seite gegenüberliegenden Seite (35) des Trägers (3) eine Linse (37) vorgesehen ist.

11. Optische Baugruppe nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß auf der außenliegende Oberfläche der ersten Schicht (31) eine weitere Schicht (33) ausgebildet ist, die als Feuchtigkeitssperre dient.

12. Optische Baugruppe nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Material des Trägers (3) Silizium ist.

13. Optische Baugruppe nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der ersten Schicht (31) organisch ist.

14. Optische Baugruppe nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Sende- oder Empfangselement eine Halbleiter-Laserdiode ist, die Licht im Wellenlängenbereich oberhalb 1100 nm aussendet.

15. Optische Baugruppe nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserdiode (13) Licht in einem Öffnungswinkel von 10° bis 50° aussendet.

16. Optische Baugruppe nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserdiode (13) zu deren Überwachung eine auf der ersten Seite (5) des Trägers (3) ausgebildete Monitor-Fotodiode (21) zugeordnet ist, die ebenfalls von der ersten Schicht (31) umgeben ist.

17. Optische Baugruppe nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß auf der ersten und/oder der zweiten Seite Markierungen zum Justieren ausgebildet sind.

18. Optische Baugruppe nach einem der Ansprüche 7 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder die zweite Seite des Trägers (3) mit einer Entspiegelungsschicht versehen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

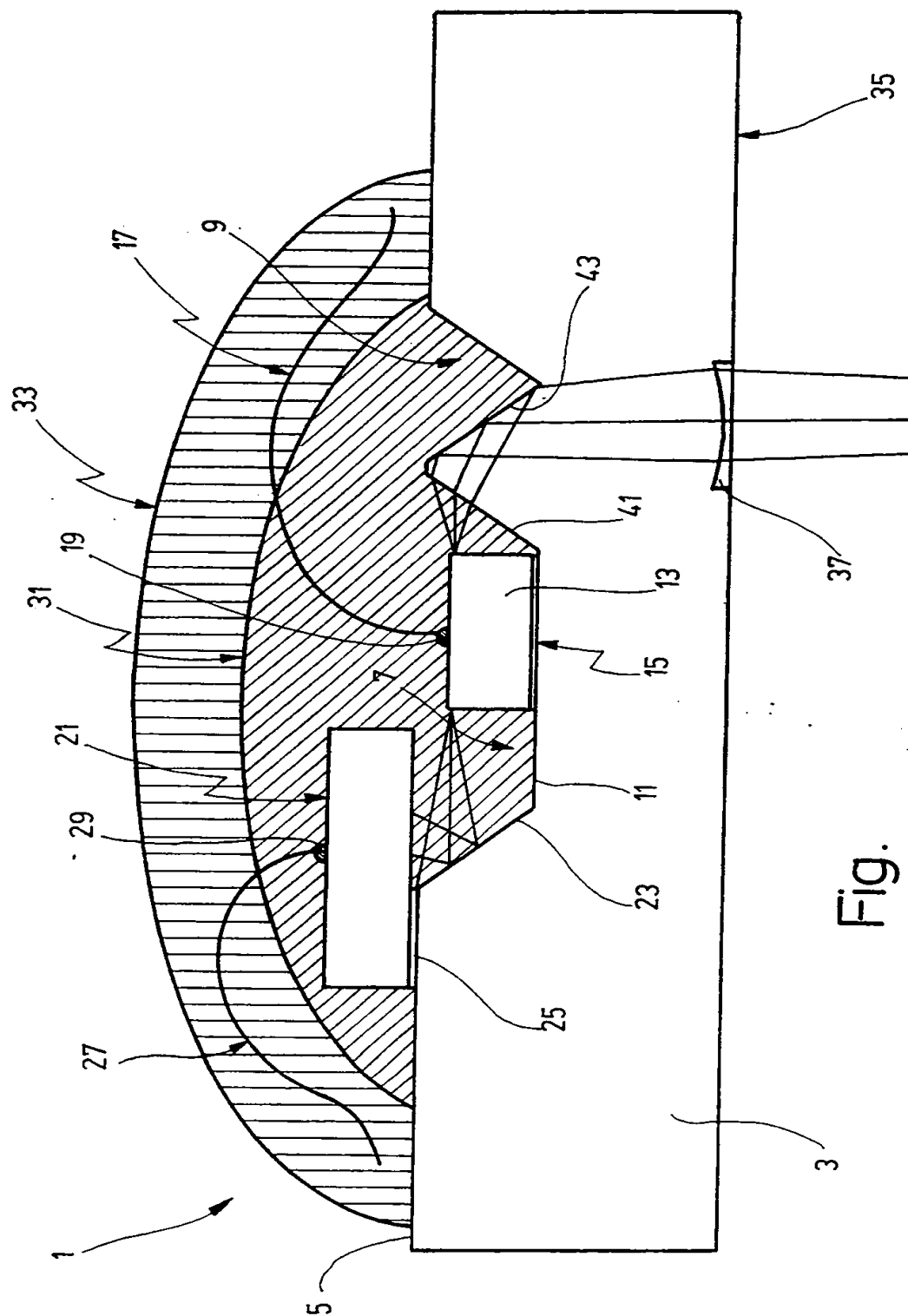


Fig.